

Docket No.: HI-0057

RS
4
PATENT 3-14-02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :

Dong-Wook ROH :

Serial No.: New U.S. Patent Application :

Filed: November 28, 2001 :

For: A METHOD FOR GENERATING ORTHOGONAL SPREAD CODES
IN A MOBILE COMMUNICATION SYSTEM

11002 U.S. PTO
09/994926
11/28/01

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D. C. 20231

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the
following application:

Korean Patent Application No. 21562/2000 filed November 29, 2000.

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,
FLESHNER & KIM, LLP

Daniel Y.J. Kim
Registration No. 36,186

P. O. Box 221200
Chantilly, Virginia 20153-1200
703 502-9440

Date: November 28, 2001

DYK/kam

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

11002 U.S. PRO
09/994926
11/28/01

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 71562 호
Application Number PATENT-2000-0071562

출원년월일 : 2000년 11월 29일
Date of Application NOV 29, 2000

출원인 : 엘지전자주식회사
Applicant(s) LG ELECTRONICS INC.

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001 년 08 월 08 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】 특허출원서
 【권리구분】 특허
 【수신처】 특허청장
 【참조번호】 0002
 【제출일자】 2000. 11. 29
 【국제특허분류】 H04L
 【발명의 명칭】 코드분할다중접속의 새로운 직교 확산코드 생성 방법 및 이용방법
 【발명의 영문명칭】 Method for generating and using new orthogonal spreading code thereof in CDMA

【출원인】

【명칭】 엘지전자 주식회사
 【출원인코드】 1-1998-000275-8

【대리인】

【성명】 허용록
 【대리인코드】 9-1998-000616-9
 【포괄위임등록번호】 1999-043458-0

【발명자】

【성명의 국문표기】 노동욱
 【성명의 영문표기】 ROH, Dong Wook
 【주민등록번호】 730829-1079518
 【우편번호】 151-014
 【주소】 서울특별시 관악구 신림4동 495-12 7/2
 【국적】 KR

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인
 허용록 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	22 면	22,000 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	0 항	0 원
【합계】	51,000 원	

1020000071562

출력 일자: 2001/8/9

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 CDMA(Code Division Multiple Access)에서 사용되는 직교 확산코드(orthogonal spreading code)에 관한 것으로, 특히 종래의 확산코드 LS를 생성하는 별도의 방법과, 새로운 직교 확산코드인 QLS(Quasi-LS)코드를 생성할 수 있는 방법과 그 이용방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명에서는 CDMA에서 사용하는 코드길이가 N인 경우에서 코드를 생성하는 관계식이,

$$QLS^N = \begin{bmatrix} C^{*N} & S^{*N} \\ C^{*N} & -S^{*N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} QLS_0^N \\ \vdots \\ QLS_{N-1}^N \end{bmatrix} \dots N \times N \text{ 행렬}$$

인것을 특징으로 하며, 코드 $C^{N/2}$ 을 이용하여 C^{*N} 과 $S^{N/2}$ 을 생성하고, 상기 $S^{N/2}$ 을 이용하여 S^{*N} 을 생성한다.

【대표도】

도 6

【색인어】

확산, 직교확산, 연관, 상관, 코드, 간섭제거창

【명세서】**【발명의 명칭】**

코드분할다중접속의 새로운 직교 확산코드 생성 방법 및 이용방법 {Method for generating and using new orthogonal spreading code thereof in CDMA }

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 코드생성법이 적용되어 생성된 길이 16, 32, 64, 128의 길이를 갖는 LS코드의 결과물

도 2는 LS코드 및 QLS코드를 생성하는데 사용되는 부분행렬 C^N 과 S^N 을 생성하는 개괄도

도 3은 본 발명을 이용하는 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 확산방식도

도 4는 본 발명을 이용하는 QPSK 확산방식도

도 5는 본 발명을 이용하여 복소확산하는 복소 확산방식도

도 6은 유효 간섭제거창구간과 유효 직교코드 집합 원소 개수를 증가 시키기 위한 새로운 코드인 QLS코드를 생성하는 실시예 흐름도

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<7> 본 발명은 CDMA(Code Division Multiple Access)에서 사용되는 직교 확산코드(orthogonal spreading code)에 관한 것으로, 특히 종래의 확산코드 LS를 생성

하는 별도의 방법과, 새로운 직교 확산코드인 QLS(Quasi-LS)코드를 생성할 수 있는 방법과 그 이용방법에 관한 것이다.

<8> 더욱 상세하게는 본 발명은, 종래의 직교 확산코드인 LS코드에 비해서 유효 직교 집합(effective orthogonal code set)의 원소 개수를 증가시키고, 유효 간섭제거창(effective interference free window)을 증가시키는 새로운 직교 확산코드인 QLS코드를 생성하는 방법 및 QLS코드를 직교 확산방식에 이용하는 방법에 관한 것이다.

<9> 종래의 확산방식은 PN(Pseudo Noise)코드 또는 Walsh코드를 사용하여 확산하는 방식인 반면, 본 발명에서는 직교 확산코드로서 새로운 코드인 QLS코드를 생성하여 BPSK 확산방식, QPSK 확산방식 및 복소 확산방식에 적용하여, 채널 예측 오류(channel estimation error)에 강하게 하고 첨두전력대 평균전력비(PAPR : Peak-to-Average Power Ratio)를 감소시키며 간섭제거 효과를 증대 시키는 효과를 제공한다.

<10> 일반적으로 CDMA방식이 사용하는 대역확산기술의 기본개념은 전송신호를 코드화과정(확산과정)을 통해 광대역으로 확산시키고, 이를 다시 역코드화과정(역확산과정)을 거쳐 협대역으로 역확산 시켜서 원하는 신호를 검출하는 것이다.

<11> 이때, 확산과 역확산과정을 거치면서 원하는 신호는 높은 전력을 갖는 원래의 협대역 신호로 복원되지만, 다른 사용자의 신호들은 저전력의 광대역 잡음 신호처럼 작용하게 된다.

- <12> 이러한 확산 및 역확산과정에 사용되는 확산코드를 위해 요구되는 자기상관(autocorrelation)과 상호상관(crosscorrelation)의 특성은 다음과 같다. 원하는 신호를 검출하기 위해서는 자기상관은 시간차(time-offset)가 없을 때 최대값을 갖고 다른 시간차에서는 작은 값이어야 한다. 또한 다른 사용자가 사용하는 확산코드와 구분되기 위해서는 모든 시간차에서 작은 상호상관값을 가져야 한다.
- <13> 상기와 같은 자기상관 및 상호상관 특성을 만족시키기 위하여, 종래의 CDMA 방식은 확산코드로 PN(Pseudo Noise)코드와 Walsh코드를 함께 사용한다.
- <14> 상기의 PN코드는 자기상관에서의 요구 특성을 만족시키며, Walsh코드는 상호상관에서의 요구 특성을 부분적으로만 만족시킨다.
- <15> 상기의 Walsh코드는 단지 시간차가 없을 때만 상호상관값이 0이 되고, 시간차가 0이 아닐 때의 상호상관값은 0이 아닌 값을 갖는다. 상기의 Walsh코드의 상호상관 특성은 채널 경로가 하나인 경우에는 여러 사용자에게 할당된 확산코드들 서로 간의 상호간의 간섭이 없게 되지만, 채널경로가 여러 개인 경우는 확산코드들 간의 간섭이 존재하게 된다.
- <16> 더욱 상세하게는 다음과 같다.
- <17> 채널 경로가 하나인 경우는 확산코드들 서로 간의 상호 간섭량은 시간차가 없을 때의 상호상관값에 의해서만 결정된다.
- <18> 반면, 채널 경로가 여러 개인 경우에는 확산코드들 서로 간의 상호 간섭량은 시간차가 없을 때의 상호상관값 뿐만 아니라 각 채널 경로들간의 경로지연

(path delay) 시간들을 시간차로 갖는 상호상관값에 의해서도 영향을 받게 된다.

- <19> 따라서, 일반적으로 실제의 채널 환경이라고 할 수 있는 여러 개의 채널 경로를 갖는 다중 경로 채널 환경에서는 확산코드들 간의 상호상관 특성이 시간차가 없을 때 뿐만 아니라, 다른 시간차에서의 값들도 중요하게 된다.
- <20> 결국, 이상적으로는 확산코드의 상호상관값은 모든 시간차에서 0의 값을 가져야 한다.
- <21> 하지만, 상기의 상호상관특성 및 앞서 기술한 자기상관에서의 요구특성을 한꺼번에 모두 만족시키는 코드는 현재로서는 알려져 있지 않다.
- <22> 즉, 종래의 CDMA방식에서 사용되는 PN코드와 Walsh코드를 살펴 보면, PN코드는 자기상관의 요구 특성은 만족시키지만 상호상관의 요구특성은 만족시키지 못하게 된다.
- <23> 또한 Walsh코드는 자기상관의 요구특성을 만족시키지 못하며, 상호상관의 요구 특성 또한 부분적으로만 만족시키게 된다.
- <24> 한편, LS코드는 일정한 시간차 구간에서는 자기상관과 상호상관 요구 특성을 완벽하게 만족한다. 상기 자기상관과 상호상관특성이 완벽한 시간차 구간을 간섭제거창(IFW : Interference Free Window)이라 정의한다.
- <25> 상기 간섭제거창에서의 자기상관특성을 살펴보면, 시간차가 없을 때는 자기상관값이 최대값이 되고, 시간차가 0이 아닌 간섭제거창내의 어떤 시간차인 경우도 자기상관값이 0이 된다.

- <26> 즉, 시간차를 간섭제거창의 구간만큼으로 한정시켜 볼 때, 시간차가 0인 경우의 자기상관값은 최대값을 갖고, 시간차가 0이 아닌 경우는 자기상관값이 0이 된다.
- <27> 또한, LS코드의 상호상관특성은 시간차가 간섭제거창내의 어떤 시간차인 경우도 상호상관값이 0이 된다. 결국, 다중 채널 경로 환경에서는 각 채널 경로들간의 경로지연 시간 값이 간섭제거창 내에 존재하게 되면, 각 사용자에게 할당한 확산코드들 간의 간섭을 없앨 수 있다. 따라서, 상기와 같은 자기상관과 상호상관 특성을 만족하는 시간차의 구간을 간섭제거창이라 부르게 된다.
- <28> 종래에는 PN코드와 Walsh코드를 함께 사용해서 자기상관 및 상호상관 요구 특성을 부분적으로 만족시킨 반면, LS코드는 단지 LS코드만을 사용하여 간섭제거창내의 시간차에서 자기상관 및 상호상관 요구 특성을 만족하게 된다.
- <29> 그러나 상기 LS코드는 간섭제거창내의 시간차에서 자기상관 및 상호상관 특성이 좋은 반면, 실제 사용 가능한 코드의 개수가 적은 단점이 있다.
- <30> 상기의 자기상관 및 상호상관 특성을 만족하는 LS코드의 집합을 직교코드 집합이라고 하면, 간섭제거창 구간의 길이와 직교코드 집합의 원소 수와는 반비례 관계가 성립한다.
- <31> 또한 상기와 같이 LS방식에 의해 간섭제거창의 생성으로 인해 간섭성분의 양이 크게 줄어드는 반면, 사용 가능한 직교코드의 수가 제한되며, 이로 인해 채널 용량의 증가에 제한을 갖게 된다.

<32> 또한 상기의 식에 의해 LS코드는 간섭제거창의 크기를 늘리게 되면 직교코드 집합의 원소개수가 줄어들게 되고, 직교코드 집합의 원소 개수를 늘리면 간섭 제거창이 줄어들게 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<33> 따라서 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해, 현재 16, 32, 64, 128 길이의 코드 결과물만이 알려져 있는 LS코드에서, 모든 길이의 LS코드를 생성하는 일반적인 생성 방법을 제공한다.

<34> 또한 간섭제거창의 길이와 직교코드 집합의 원소수 증대를 위하여 새로운 확산코드인 QLS(Quasi-LS) 코드의 생성 방법을 제공한다.

<35> 즉, 종래의 LS코드에 비해서, 유효 직교집합(effective orthogonal code set)의 원소 개수를 증가시키고, 유효 간섭제거창(effective interference free window)을 증가시키는 새로운 직교 확산코드인 QLS코드를 생성하는 방법 및 QLS 코드를 직교 확산방식에 이용하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법 및 그 이용방법을 제공한다.

【발명의 구성 및 작용】

<36> 본 발명의 새로운 직교 확산코드 생성 방법 및 이용방법과 상관값 개선 방법 및 장치는, CDMA에서 사용하는 코드길이가 N인 경우에서 코드를 생성하는 관계식이,

<37>

$$QLS^N = \begin{bmatrix} C^N & S^N \\ C^N & -S^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} QLS_0^N \\ \vdots \\ QLS_{N-1}^N \end{bmatrix} \dots N \times N \text{ 행렬}$$

<38>

인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법이다.

<39>

또한 본 발명은, CDMA에서 사용하는 코드길이가 N인 경우에서 간섭제거창을 생성하기 위한 관계식이,

<40>

$$QLS^{N \times 2 \times L_{QWID}} = \begin{bmatrix} 0^{L_{QWID}} & C^N & 0^{L_{QWID}} & S^N \\ 0^{L_{QWID}} & C^N & 0^{L_{QWID}} & -S^N \end{bmatrix} \text{ or } \begin{bmatrix} C^N & 0^{L_{QWID}} & S^N & 0^{L_{QWID}} \\ C^N & 0^{L_{QWID}} & -S^N & 0^{L_{QWID}} \end{bmatrix} \\ = \begin{bmatrix} QLS_0^{N \times 2 \times L_{QWID}} \\ \vdots \\ QLS_{N-1}^{N \times 2 \times L_{QWID}} \end{bmatrix}$$

<41>

인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법이다.

<42>

또한 본발명은, QLS코드를 이용하여 유효간섭제거창구간과 유효 직교코드 집합 원소개수를 증가 시키기위해, 0 이 아닌 원하는 코드길이 N을 선택하는 단계와; 일정한 크기를 갖는 부분행렬 C값을 갖는 초기값을 생성하고, 상기 C값을 이용하여 일정한 크기를 갖는 부분행렬 S값을 생성하는 단계와; 상기 부분행렬 크기가 $N/4 \times N/4$ 인 경우는 크기가 $N/4 \times N/4$ 인 부분행렬 $C^{N/2}$ 및 $S^{N/2}$ 행렬을 갖고, 크기가 $N/2 \times N/2$ 인 새로운 부분행렬 C^N 과 S^N 을 생성하는 단계와; 상기에서 생성한 C^N 과 S^N 을 이용하여 크기가 $N/2 \times N/2$ 인 부분행렬 C^N 과 S^N 을 갖고 크기가 $N \times N$ 인 새로운 QLS코드 행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법이다.

<43>

또한 본 발명은 코드길이가 N이고, LS코드 생성 관계식이

<44>

$$LS^N = \begin{bmatrix} C^N & S^N \\ C^N & -S^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} LS_0^N \\ \vdots \\ LS_{N-1}^N \end{bmatrix} \dots N \times N \text{ 행렬}$$

<45> 이고, C^N 은 $C^{N/2}$ 을 통해서 구하며, S^N 은 C^N 을 통해서 구하는 것을 특징으로 하며, 간섭제거창을 생성하기 위한 관계식이,

$$\begin{aligned} <46> \quad LS^{N+2 \times L_{QUANT}} = \begin{bmatrix} 0^{L_{QUANT}} & C^N & 0^{L_{QUANT}} & S^N \\ 0^{L_{QUANT}} & C^N & 0^{L_{QUANT}} & -S^N \end{bmatrix} \text{ or } \begin{bmatrix} C^N & 0^{L_{QUANT}} & S^N & 0^N \\ C^N & 0^{L_{QUANT}} & -S^N & 0^N \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} LS_0^{N+2 \times L_{QUANT}} \\ \vdots \\ LS_{N-1}^{N+2 \times L_{QUANT}} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

<47> 인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 확산코드 생성 방법이다.

<48> 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 새로운 코드인 QLS(Quasi LS) 코드 생성법과 종래의 LS코드 생성법도 설명한다.

<49> 도 1은 본 발명의 코드생성법이 적용되어 생성된 길이 16, 32, 64, 128의 길이를 갖는 LS코드의 결과물이다.

<50> 따라서 상기의 도 1의 결과물을 생성하기 위해 본 발명에서 새롭게 제안하고 있는 LS 코드 생성법과, 별도의 코드인 QLS코드의 일반적인 생성법을 순차적으로 다음과 같이 정의하여 설명한다.

<51> 먼저, 현재 LS코드의 일반적인 생성법은 알려져 있지 않으며, 단지 도1과 같이 길이 16, 32, 64, 128의 길이를 갖는 LS코드의 결과물만이 알려져 있다.

<52> 도1의 LS코드 결과물에서 제일 왼쪽의 번호는 해당 코드번호이며, +는 1의 값을 -는 -1의 값을 나타낸다.

<53> 또한 각 코드는 C성분과 S성분으로 이루어져 있으며 ','로 구분되어서, ','의 왼쪽부분은 C성분을 나타내고, ','의 오른쪽부분은 S성분을 나타낸다.

<54> 도 1의 결과물을 생성하는 방법을 설명하면, 또한 종래에 있어서, 길이 $N(=2^m)$ 의 LS코드는 총 N 개의 종류가 존재하며 각각의 LS코드를 행 벡터(row vector)로 하여서 행렬(matrix)을 구성하면 다음과 같이 정의할 수 있다. 단, m 은 2이상의 자연수이다.

<55> 상기 m 은 2이상이 되어야 하는데 이것은 코드길이 N 이 LS코드 특성상 최소 4이상 이어야 하기 때문이다.

<56>

$$LS^N = \begin{bmatrix} C^N & S^N \\ C^N & -S^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} LS_0^N \\ \vdots \\ LS_{N-1}^N \end{bmatrix} \dots N \times N \text{ 행렬}$$

<57> 상기에서 LS^N 은 $N \times N$ 의 크기를 갖는 행렬(matrix)이고, LS코드는 C성분과 S성분으로 이루어져 있음을 알 수 있다.

<58> 또한, LS_k^N (단, k 는 $k=0, 1, \dots, N-1$ 인 정수)은 k 번째 LS코드를 나타내는 $1 \times N$ 의 크기를 갖는 행 벡터이고, C^N 과 S^N 은 $N/2 \times N/2$ 의 크기를 갖는 부분 행렬(sub matrix)이다. 또한, S^N 은 C^N 을 갖고 구할 수 있으며, C^N 은 $C^{N/2}$ 을 통해서 재귀적으로 구해질 수 있다.(도 2)

<59> 상기의 기본적인 LS코드에 간섭제거창을 생성하기 위해 C^N 의 앞뒤 또는 S^N 의 앞뒤에 0의 값을 갖는 보호(Guard)성분을 넣은, 길이 $N(=2^m)+2 \times L_{\text{GUARD}}$ 의 LS코드는 다음과 같이 정의할 수 있다. 단, m 은 2이상의 자연수이고, L_{GUARD} 는 0이상의 정수이다.

<60>

$$LS^{N+2 \times L_{\text{GUARD}}} = \begin{bmatrix} 0^{L_{\text{GUARD}}} & C^N & 0^{L_{\text{GUARD}}} & S^N \\ 0^{L_{\text{GUARD}}} & C^N & 0^{L_{\text{GUARD}}} & -S^N \end{bmatrix} \text{ or } \begin{bmatrix} C^N & 0^{L_{\text{GUARD}}} & S^N & 0^N \\ C^N & 0^{L_{\text{GUARD}}} & -S^N & 0^N \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} LS_0^{N+2 \times L_{\text{GUARD}}} \\ \vdots \\ LS_{N-1}^{N+2 \times L_{\text{GUARD}}} \end{bmatrix}$$

- <61> 상기에서 L_{GUARD} 값은 간섭제거창을 생성하기 위해 기존 값의 앞, 중간 또는 뒷부분에 0의 값을 갖는 열벡터(column vector)를 삽입한 것이다.
- <62> 또한 상기에서 $LS_k^{N+2 \times L_{\text{GUARD}}}$ (단, k 는 $k=0,1,\dots,N-1$ 인 정수)은 k 번째 LS코드를 나타내는 $1 \times (N+2 \times L_{\text{GUARD}})$ 의 크기를 갖는 행 벡터이고, $0^{L_{\text{GUARD}}}$ 은 $N/2 \times L_{\text{GUARD}}$ 의 크기를 갖고 값은 0인 영행렬(zero matrix)이고, C^N 과 S^N 은 LS^N 에서 사용되는 $N/2 \times N/2$ 의 크기를 갖는 부분 행렬이다.
- <63> 도 2는 코드 C^N 과 S^N 을 이용하여 LS코드의 일반적인 생성법을 설명한다. LS코드를 생성하는 관계를 나타내는 도면이다. 즉 S^N 은 C^N 을 이용하여 구할 수 있다.
- <64> 이하 상기 도 2의 LS코드를 생성하는데 사용되는 부분행렬 C^N 과 S^N 을 생성하는 방법을 설명한다.
- <65> 먼저 C^N 의 생성법을 설명하면, 코드길이 N 값은 상기에서 설명한 바와 같이 4이상이어야 한다. 즉 코드길이 N 이 LS코드 특성상 최소 4이상 이어야 하기 때문이다.
- <66> 따라서 N 은 4이상의 자연수이므로 C^4 가 초기 행렬이 되고 다음과 같이 정의된다.
- <67>
$$C^4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$
- <68> 도 2에서 보는 바와 같이 C^N 은 $C^{N/2}$ 을 통해서 다음과 같이 재귀적으로 정의될 수 있다.
- <69> 즉, 우선 $C^{N/2}$ 은 다음과 같이 정의한다.

<70>

$$C^{\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} C_1^{\frac{N}{2}} \\ C_2^{\frac{N}{2}} \\ \vdots \\ C_{\frac{N}{4}}^{\frac{N}{2}} \end{bmatrix} \dots \frac{N}{4} \times \frac{N}{4} \text{ 행렬}$$

<71>

상기의 $C_i^{N/2}$ 은 $1 \times N/4$ 의 크기를 갖는 i 번째 행벡터이다. 단, i 는 $i=1,2,\dots,N/4$ 인 자연수이다.

<72>

따라서 상기 $C^{N/2}$ 을 이용하여 재귀적으로 C^N 을 정의하는 방법을 각 행렬로 표시하면 다음과 같다.

<73>

$$C_i^N = \begin{cases} [C_{2k+1}^{\frac{N}{2}} & C_{2k+2}^{\frac{N}{2}}] , \text{where } i = 4k+1 \\ [C_{2k+1}^{\frac{N}{2}} & -C_{2k+2}^{\frac{N}{2}}] , \text{where } i = 4k+2 \\ [C_{2k+2}^{\frac{N}{2}} & C_{2k+1}^{\frac{N}{2}}] , \text{where } i = 4k+3 \\ [C_{2k+2}^{\frac{N}{2}} & -C_{2k+1}^{\frac{N}{2}}] , \text{where } i = 4k+4 \end{cases}$$

<74>

단, k 는 $k=0,1,\dots, N/8-1$ 인 정수 (즉, i 는 $i=1,2,\dots,N/2$ 인 자연수)

<75>

또한 C^N 을 전체 행렬로 나타내면 다음과 같다.

<76>

$$C^N = \begin{bmatrix} C_1^N \\ C_2^N \\ C_3^N \\ C_4^N \\ C_5^N \\ C_6^N \\ C_7^N \\ C_8^N \\ \vdots \\ C_{\frac{N}{8}-3}^N \\ C_{\frac{N}{8}-2}^N \\ C_{\frac{N}{8}-1}^N \\ C_{\frac{N}{8}}^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1^{\frac{N}{2}} & C_2^{\frac{N}{2}} \\ C_1^{\frac{N}{2}} & -C_2^{\frac{N}{2}} \\ C_2^{\frac{N}{2}} & C_1^{\frac{N}{2}} \\ C_2^{\frac{N}{2}} & -C_1^{\frac{N}{2}} \\ C_3^{\frac{N}{2}} & C_4^{\frac{N}{2}} \\ C_3^{\frac{N}{2}} & -C_4^{\frac{N}{2}} \\ C_4^{\frac{N}{2}} & C_3^{\frac{N}{2}} \\ C_4^{\frac{N}{2}} & -C_3^{\frac{N}{2}} \\ \vdots & \vdots \\ C_{\frac{N}{8}-1}^{\frac{N}{2}} & C_{\frac{N}{8}}^{\frac{N}{2}} \\ C_{\frac{N}{8}-1}^{\frac{N}{2}} & -C_{\frac{N}{8}}^{\frac{N}{2}} \\ C_{\frac{N}{8}}^{\frac{N}{2}} & C_{\frac{N}{8}-1}^{\frac{N}{2}} \\ C_{\frac{N}{8}}^{\frac{N}{2}} & -C_{\frac{N}{8}-1}^{\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$$

<77>

다음으로, 부분행렬 S^N 생성법을 설명하면, 도 2에서 보는 바와 같이 S^N 은 C^N 을 가지고 구할 수 있으며, C^N 과 S^N 의 관계는 다음과 같다.

<78>

$$C^N = \begin{bmatrix} C_1^N \\ C_2^N \\ \vdots \\ C_{\frac{N}{2}-1}^N \\ C_{\frac{N}{2}}^N \\ C_{\frac{N}{2}+1}^N \\ C_{\frac{N}{2}+2}^N \\ \vdots \\ C_{\frac{N}{2}-1}^N \\ C_{\frac{N}{2}}^N \end{bmatrix} \text{이라 정의하면, } S^N = \begin{bmatrix} C_{\frac{N}{2}+1}^N \\ C_{\frac{N}{2}+2}^N \\ \vdots \\ C_{\frac{N}{2}-1}^N \\ C_{\frac{N}{2}}^N \\ C_1^N \\ C_2^N \\ \vdots \\ C_{\frac{N}{2}-1}^N \\ C_{\frac{N}{2}}^N \end{bmatrix} \text{이 된다.}$$

<79> 상기의 C^N 과 S^N 의 관계식에 의해 생성된 LS코드의 특성을 살펴본다.

<80> 첫째로, 길이 $N(=2^m)+2 \times L_{\text{GUARD}}$ 의 LS코드의 전체 개수는 N 개이다. N 개의 LS코드 중에서 시간차이가 없을 때 서로 직교인 LS코드의 개수는 N 개 이다. 단, m 은 2이상의 자연수이고, L_{GUARD} 는 0이상의 정수이다.

<81> 둘째로, 상기의 길이를 갖는 LS코드의 자기상관(autocorrelation)값은 시간차가 없을 때는 N 이 되고, $[-L_{\text{GUARD}}, L_{\text{GUARD}}]$ 내의 0이 아닌 시간차에서는 자기상관값이 0이 된다.

<82> 세째로, 상기의 길이를 갖는 LS코드의 상호상관(crosscorrelation)값이 0이 되는 시간차 구간을 간섭제거창이라 정의 한다.

<83> 이때 간섭제거창(IFW) 구간인 시간차= $[-L_{\text{IFW}}, L_{\text{IFW}}]$ 의 구간 동안 서로 직교인 LS코드의 개수는, $2^{g-1} \leq L_{\text{IFW}} < 2^g$ 일 때, 2^{m-g} 이다.

<84> 상기에서 g 는 자연수이고, L_{IFW} 는 $L_{\text{GUARD}} \geq L_{\text{IFW}} \geq 0$ 인 정수이다.

<85> 예를 들면, 길이 $2^m+2 \times L_{\text{GUARD}}$ 라면 간섭제거창의 최대크기는 시간차= $[-L_{\text{GUARD}}, L_{\text{GUARD}}]$ 이고 서로 직교인 코드의 개수는 2^{m-g} 이다.

<86> 즉 코드길이가 $2^7+2 \times 4$ 라면 최대크기의 간섭제거창은 $[-4, 4]$ 이고 서로 직교인 코드의 개수는 16개(즉, $2^4=2^{7-3}$)이다.

<87> (g 는 상기의 식, $2^{g-1} \leq L_{IFW} < 2^g$ 에 의해 L_{IFW} 가 4일 때는 3이다.)

<88> 도 2는 코드 $C^{N/2}$ 을 이용하여 C^*N 과 $S^{N/2}$ 을 생성하고, 상기 $S^{N/2}$ 을 이용하여 S^*N 을 생성하며, 상기 생성된 C^*N 과 S^*N 을 이용하여 본 발명의 새로운 코드인 QLS^N 코드를 생성하는 관계를 나타낸 것이다.

<89> 길이 $N(=2^m)$ 의 QLS 코드는 총 N 개의 종류가 존재하며 각각의 QLS 코드를 행 벡터(row vector)로 하여서 행렬(matrix)을 구성하면 다음과 같이 정의할 수 있다. 단, m 은 3이상의 자연수이다.

<90> 상기 m 은 3이상이 되어야 하는데 이것은 코드길이 N 이 QLS 코드 특성상 8이상 이어야 하기 때문이다.

<91>

$$QLS^N = \begin{bmatrix} C^{*N} & S^{*N} \\ C^{*N} & -S^{*N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} QLS_0^N \\ \vdots \\ QLS_{N-1}^N \end{bmatrix} \dots N \times N \text{ 행렬}$$

<92> 상기에서 QLS^N 은 $N \times N$ 의 크기를 갖는 행렬(matrix)이고, QLS 코드는 C^* 성분과 S^* 성분으로 이루어져 있음을 알 수 있다.

<93> 또한 상기에서 QLS_k^N (단, k 는 $k=0, 1, \dots, N-1$ 인 정수)은 k 번째 QLS 코드를 나타내는 $1 \times N$ 의 크기를 갖는 행 벡터이고, C^*N 과 S^*N 은 $N/2 \times N/2$ 의 크기를 갖는 부분 행렬(sub matrix)이다. 또한, C^*N 은 $C^{N/2}$ 을 갖고 구할 수 있으며, S^*N 은 $S^{N/2}$ 을 통해서 구할 수 있다. (도 2)

<94> 상기의 기본적인 QLS코드에 간섭제거창을 생성하기 위해 C^*N 의 앞뒤 또는 S^*N 의 앞뒤에 0의 값을 갖는 보호(Guard)성분을 넣은, 길이 $N(=2^m)+2 \times L_{\text{GUARD}}$ 의 QLS코드는 다음과 같이 정의할 수 있다. 단, m 은 3이상의 자연수이고, L_{GUARD} 는 0이상의 정수이다.

$$\begin{aligned} \text{QLS}^{N+2 \times L_{\text{GUARD}}} &= \begin{bmatrix} 0^{L_{\text{GUARD}}} & C^{*N} & 0^{L_{\text{GUARD}}} & S^{*N} \\ 0^{L_{\text{GUARD}}} & C^{*N} & 0^{L_{\text{GUARD}}} & -S^{*N} \end{bmatrix} \text{ or } \begin{bmatrix} C^{*N} & 0^{L_{\text{GUARD}}} & S^{*N} & 0^{L_{\text{GUARD}}} \\ C^{*N} & 0^{L_{\text{GUARD}}} & -S^{*N} & 0^{L_{\text{GUARD}}} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \text{QLS}_0^{N+2 \times L_{\text{GUARD}}} \\ \vdots \\ \text{QLS}_{N-1}^{N+2 \times L_{\text{GUARD}}} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

<96> 상기에서 L_{GUARD} 값은 간섭제거창을 생성하기 위해 기존 값의 앞, 중간 또는 뒷부분에 0의 값을 갖는 열벡터(column vector)를 삽입한 것이다.

<97> 또한 상기에서 $\text{QLS}_k^{N+2 \times L_{\text{GUARD}}}$ (단, k 는 $k=0, 1, \dots, N-1$ 인 정수)은 k 번째 QLS코드를 나타내는 $1 \times (N+2 \times L_{\text{GUARD}})$ 의 크기를 갖는 행 벡터이고, $0^{L_{\text{GUARD}}}$ 은 $N/2 \times L_{\text{GUARD}}$ 의 크기를 갖고 값은 0인 영행렬(zero matrix)이고, C^*N 과 S^*N 은 QLS^N 에서 사용되는 $N/2 \times N/2$ 의 크기를 갖는 부분 행렬이다.

<98> 이하 상기 도 2의 QLS코드를 생성하는데 사용되는 C^*N 과 S^*N 을 생성하는 방법을 설명한다.

<99> 먼저 C^*N 생성법을 설명하면, 코드길이 N 값은 상기에서 설명한 바와 같이 8 이상이어야 한다. 즉 코드길이 N 이 QLS코드 특성상 8이상 이어야 하기 때문이다.

<100> 따라서 N 은 8이상의 정수이고, C^*N 은 $C^{N/2}$ 를 통해 생성되므로 C^4 가 초기 행렬이 되고 다음과 같이 정의된다.

$$\text{<101> } C^* = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

<102> 도 2 및 앞서 기술한 LS코드의 일반적인 생성법에 의해서 $C^{N/2}$ 은 다음과 같이 표시할 수 있다.

<103>

$$C^{N/2} = \begin{bmatrix} C_{1,1}^{N/2} & C_{1,2}^{N/2} & & \\ C_{2,1}^{N/2} & C_{2,2}^{N/2} & & \\ & & \ddots & \\ & & & C_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}-1}^{N/2} & C_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{N/2} \\ & & & C_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}-1}^{N/2} & C_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} \end{bmatrix}$$

<104> 또한 C^{*N} 은 상기 $C^{N/2}$ 를 통해 다음과 같이 생성할 수 있다.

<105>

$$C^{*N} = \begin{bmatrix} C_{1,1}^{N/2} & C_{1,1}^{N/2} & C_{1,2}^{N/2} & C_{1,2}^{N/2} \\ C_{1,1}^{N/2} & -C_{1,1}^{N/2} & C_{1,2}^{N/2} & -C_{1,2}^{N/2} \\ C_{2,1}^{N/2} & C_{2,1}^{N/2} & C_{2,2}^{N/2} & C_{2,2}^{N/2} \\ C_{2,1}^{N/2} & -C_{2,1}^{N/2} & C_{2,2}^{N/2} & -C_{2,2}^{N/2} \\ & & & \ddots & \\ & & & & C_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}-1}^{N/2} & C_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{N/2} & C_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{N/2} & -C_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{N/2} \\ & & & & C_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}-1}^{N/2} & C_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} & C_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} & -C_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} \\ & & & & C_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}-1}^{N/2} & -C_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}-1}^{N/2} & C_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} & -C_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} \end{bmatrix}$$

<106> 상기에서 N 은 코드길이를 나타내고, $C_{j,k}$ 은 j 행 k 열 원소를 의미한다.

<107> 둘째로 코드 S^{*N} 생성법을 설명하면, 도 1에서 보는 바와 같이 $S^{N/2}$ 은 $C^{N/2}$ 을 가지고 구할 수 있다.

<108>

$$S^{N/2} = \begin{bmatrix} S_{1,1}^{N/2} & S_{1,2}^{N/2} & & \\ S_{2,1}^{N/2} & S_{2,2}^{N/2} & & \\ & & \ddots & \\ & & & S_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}-1}^{N/2} & S_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{N/2} \\ & & & S_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}-1}^{N/2} & S_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} \end{bmatrix}$$

<109> 이후 S^{*N} 은 $S^{N/2}$ 을 통해 다음과 같이 정의할 수 있다.

<110>

$$S^{*N} = \begin{bmatrix} S_{1,1}^{N/2} & S_{1,1}^{N/2} & S_{1,2}^{N/2} & S_{1,2}^{N/2} \\ S_{1,1}^{N/2} & -S_{1,1}^{N/2} & S_{1,2}^{N/2} & -S_{1,2}^{N/2} \\ S_{2,1}^{N/2} & S_{2,1}^{N/2} & S_{2,2}^{N/2} & S_{2,2}^{N/2} \\ S_{2,1}^{N/2} & -S_{2,1}^{N/2} & S_{2,2}^{N/2} & -S_{2,2}^{N/2} \\ & & & \ddots & \\ & & & & S_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}-1}^{N/2} & S_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{N/2} & S_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{N/2} & -S_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{N/2} \\ & & & & S_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}-1}^{N/2} & S_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} & S_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} & -S_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} \\ & & & & S_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}-1}^{N/2} & -S_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}-1}^{N/2} & S_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} & -S_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}^{N/2} \end{bmatrix}$$

- <111> 상기의 C^*N 과 S^*N 의 관계식에 의해 생성한 QLS코드의 특성을 살펴본다.
- <112> 첫째로, 길이 $N(=2^m)+2 \times L_{\text{GUARD}}$ 의 QLS코드의 전체 개수는 N 개이다. N 개의 QLS코드 중에서 시간차가 없을 때 서로 직교인 QLS코드의 개수는 N 개 이다. 단, m 은 3이상의 자연수이고, L_{GUARD} 는 0이상의 정수이다.
- <113> 둘째로, 상기의 길이를 갖는 QLS코드의 자기상관(autocorrelation)값은 시간차가 없을 때는 N 이 되고, 시간차가 $+1, -1$ 일 때 $N/2$ 또는 $-N/2$ 의 값을 갖는다. 또한, $[-L_{\text{GUARD}}, L_{\text{GUARD}}]$ 내의 $0, +1, -1$ 이 아닌 시간차에서는 자기상관값이 0이 된다.
- <114> 셋째로, 상기의 길이를 갖는 QLS코드의 상호상관(crosscorrelation)값이 0이 되는 시간차 구간을 간섭제거창이라 정의 한다.
- <115> 이때 간섭제거창(IFW) 구간인 시간차= $[-L_{\text{IFW}}, L_{\text{IFW}}]$ 의 구간 동안 서로 직교인 QLS코드의 개수는, $2^{g-1} \leq L_{\text{IFW}} < 2^g$ 일 때, 2^{m-g-1} 이다.
- <116> 상기에서 g 는 자연수이고, L_{IFW} 는 $L_{\text{GUARD}} \geq L_{\text{IFW}} \geq 0$ 인 정수이다.
- <117> 한편, 간섭제거창 구간인 시간차= $[-L_{\text{IFW}}, L_{\text{IFW}}]$ 의 구간동안 단지 시간차 $=+1, -1$ 일 때 오직 한 쌍의 코드들간에서만 상호상관값이 0이 되지 않고, 간섭제거창 $[-L_{\text{IFW}}, L_{\text{IFW}}]$ 의 구간 중 $+1, -1$ 이 아닌 나머지 시간차 동안에는 직교성을 만족시킬 때, 상기의 특성을 만족하는 직교 코드들의 집합을 유효 직교코드 집합(effective orthogonal code set)이라 정의하고, 상기의 특성을 만족하는 간섭제거창을 유효 간섭제거창(effective IFW)이라 정의 한다.

- <118> 이때, 유효 간섭제거창 구간인 시간차= $[-L_{IFW}, L_{IFW}]$ 의 구간 동안 서로 직교인 QLS코드의 개수는, $2^{g-1} \leq \lfloor L_{IFW/2} \rfloor < 2^g$ 일 때, 2^{m-g} 이다.
- <119> 상기에서 g 는 자연수이고, L_{IFW} 는 $L_{GUARD} \geq L_{IFW} \geq 0$ 인 정수이다.
- <120> 여기서, $\lfloor X \rfloor$ 는 X 를 넘지 않는 최대 정수이다. 결국 유효 간섭제거창 기준으로 볼 때는 QLS코드는 LS코드에 비해서 유효 직교 코드 집합의 원소수가 늘어나게 된다.
- <121> 정리하면 다음과 같다.
- <122> 1. QLS코드의 길이는 $N(=2^m)+2 \times L_{GUARD}$ 단, L_{GUARD} 는 0이상의 정수.
- <123> 2. QLS코드의 유효 간섭제거창= $[-L_{IFW}, L_{IFW}]$ 단, L_{IFW} 는 $L_{GUARD} \geq L_{IFW} \geq 0$ 인 정수.
- <124> 3. QLS코드의 유효 직교코드 집합(effective orthogonal code set)을 Q 라 명명하고, 집합 $Q = \{QLS_0, QLS_1, \dots, QLS_{2(m-g-2)}, QLS_{2(m-g-1)}\}$ 단, g 는 $2^{g-1} \leq \lfloor L_{IFW/2} \rfloor < 2^g$ 를 만족하는 자연수, Q 의 원소 수는 2^{m-g} 개.
- <125> 4. 집합 Q 의 모든 코드의 상호상관값이 0인 구간은 시간차= $+1, -1$ 을 제외한 시간차 = $[-L_{IFW}, L_{IFW}]$ 구간.
- <126> 5. 시간차= $+1, -1$ 일때는
- <127> 1) QLS_{2k} 와 QLS_{2k+1} 의 사이만 상호상관값이 0이 되지 않고, 나머지 코드들은 상호상관값이 0이 됨. 단, k 는 $k=0, \dots, 2^{m-g-2}$ 인 정수이다.
- <128> 2) QLS_{2k} 와 $QLS_0, QLS_1, \dots, QLS_{2k-1}, QLS_{2k+2}, \dots, QLS_{2(m-g-1)}$ 의 코드간 상호상관값은 0.

<129> 3) QLS_{2^m+1} 과 $QLS_0, QLS_1, \dots, QLS_{2^m-1}, QLS_{2^m+2}, \dots, QLS_{2^{m+1}-1}$ 의 코드간 상호상관값은 0.

<130> 상기의 내용과 관련하여 비교 해보면, 코드길이가 $2^m+2 \times L_{\text{GUARD}}$ 이라면 간섭제거창구간인 시간차= $[-L_{\text{IFW}}, L_{\text{IFW}}]$ 의 구간동안 상호상관값이 0인 QLS코드의 개수는 2^{m-g-1} 이다. 즉, QLS코드에서 간섭제거창= $[-L_{\text{IFW}}, L_{\text{IFW}}]$ 이라고 하면, 직교 코드집합의 원소수는 $2^{g-1} \leq L_{\text{IFW}} < 2^g$ 일 때 2^{m-g-1} 개가 된다. 또한 유효 간섭제거창= $[-L_{\text{IFW}}, L_{\text{IFW}}]$ 이라고 하면, 유효 직교코드 집합의 원소수는 $2^{g-1} \leq \lfloor L_{\text{IFW}/2} \rfloor < 2^g$ 일 때 2^{m-g} 개가 된다.

<131> 이에 반해 LS코드에서는 간섭제거창= $[-L_{\text{IFW}}, L_{\text{IFW}}]$ 이라고 하면, 직교 코드 집합의 원소수는 $2^{g-1} \leq L_{\text{IFW}} < 2^g$ 일 때 2^{m-g} 개가 된다.

<132> 상기의 비교를 예를 들어 설명하면, 코드길이가 $2^7+2 \times 4$ 이라면 최대 가능한 간섭제거창은 시간차= $[-4, 4]$ 이고, 간섭제거창 관점에서 g 가 3이 되어서 QLS 코드의 직교코드 개수는 $8(=2^3=2^{7-3-1})$ 개가 되고, 유효 간섭제거창 관점에서 g 가 2이므로 QLS코드의 유효 직교코드 개수는 $32(=2^5=2^{7-2})$ 개가 된다. 상기의 경우 LS코드는 g 가 3이 되고 LS코드의 직교코드 개수는 $16(=2^4=2^{7-3})$ 개가 된다. 이상과 같이 본 발명의 QLS코드를 적용 시 유효 간섭제거창구간과 유효 직교 코드 집합 원소 개수를 증가 시키게 된다.

<133> (g 는 L_{IFW} 가 4일 때 상기의 식 $2^{g-1} \leq L_{\text{IFW}} < 2^g$ 에 의해 3이고, $2^{g-1} \leq \lfloor L_{\text{IFW}/2} \rfloor < 2^g$ 에 의해서는 2이다)

- <134> 상기의 QLS방식에 의한 생성된 QLS코드는 확산코드로서 사용되어 CDMA에 적용할 수 있다.
- <135> 일반적으로 확산 방식에는 도 3의 BPSK 확산방식, 도 4의 QPSK 확산방식, 도 5의 복소(Complex) 확산방식의 종류가 있다. BPSK 확산방식은 I/Q 성분에 같은 확산코드를 할당하여 확산하는 방법이며, QPSK 확산방식과 복소 확산방식은 I/Q 성분에 각각 다른 코드를 할당하여 확산을 하게 된다. QPSK 확산방식과 복소 확산방식의 차이점은 확산코드가 곱해지는 방법에 있다.
- <136> 도 6은 유효 간섭제거창구간과 유효 직교코드 집합 원소 개수를 증가 시키기 위한 새로운 코드인 QLS코드를 생성하는 실시예 흐름도이다.
- <137> 먼저 사용자는 0이 아닌 원하는 코드길이를 선택한다. 단 코드길이 N 은 2^m 의 값을 가지며 m 은 3이상의 자연수이다. (단계 61).
- <138> 크기 2×2 의 부분행렬 C^4 값을 갖는 초기값을 생성하고, 상기 C^4 값을 이용하여 크기 2×2 의 부분행렬 S^4 값을 생성한다. (단계 62,63).
- <139> 상기 부분행렬 크기가 $N/4 \times N/4$ 인 경우는 크기가 $N/4 \times N/4$ 인 부분행렬 $C^{N/2}$ 및 $S^{N/2}$ 행렬을 갖고, 크기가 $N/2 \times N/2$ 인 새로운 부분행렬 C^N 과 S^N 을 생성한다. (단계 64,65,68,69).
- <140> 만약 상기 부분행렬 크기가 $N/4 \times N/4$ 보다 작은 경우는 상기 부분행렬의 크기가 2배가 되도록 부분행렬을 생성하여 단계 64,65에 되먹임된다. (단계 66,67).

- <141> 상기 단계 68,69에서 생성한 C^N 과 S^N 을 이용하여 크기가 $N/2 \times N/2$ 인 부분행렬 C^N 과 S^N 을 갖고 크기가 $N \times N$ 인 새로운 QLS코드 행렬을 생성한다.(단계 70).
- <142> 상기 단계 60에서 생성된 코드값에 간섭제거창을 생성하기 위해 새로 생성된 코드값의 앞과 중간 또는 뒷부분에 $2 \times L_{\text{GUARD}}$ 개의 0값을 갖는 열벡터(크기 $N \times 1$)를 삽입한다.(단계71,72).
- <143> 상기한 바와 같이 본 발명에서는 확산이득을 증대하고, 간섭에 의한 성능하락의 영향을 받지 않는 유효 간섭제거창구간과 유효 직교 코드 집합 원소 개수를 증가 시키는 QLS코드를 생성한다. 또한 상기 생성된 QLS코드를 확산방식인 도 3의 BPSK 확산방식, 도 4의 QPSK확산방식, 도 5의 복소(Complex) 확산방식에 적용 가능하다.
- <144> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나, 본 발명은 다양한 변화와 변경 및 균등물을 사용할 수 있다. 본 발명은 상기 실시예를 적절히 변형하여 동일하게 응용할 수 있음이 명확하다.
- <145> 따라서 상기 기재 내용은 하기 특허청구범위의 한계에 의해 정해지는 본 발명의 범위를 한정하는 것이 아니다.

【발명의 효과】

- <146> 일반적으로 현재의 LAS-CDMA에서는 직교 코드인 LS코드를 사용하여 확산하게 된다.

<147> 이에 반해 본 발명에서는 새로운 확산 코드인 QLS코드를 적용함으로써 기존의 LS코드를 사용할 때보다 유효 간섭제거창 구간과 유효 직교코드 집합 원소 개수를 증가시킬 수 있으며, 또한 상기 새롭게 생성한 코드를 BPSK 확산방식, QPSK 확산방식, 및 복소(Complex) 확산방식에 적용함으로써 채널 예측 오류에 강하게 하며, 전력 불균형을 줄일 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

CDMA에서 사용하는 코드길이가 N인 경우에서 코드를 생성하는 관계식이,

$$QLS^N = \begin{bmatrix} C^{*N} & S^{*N} \\ C^{*N} & -S^{*N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} QLS_0^N \\ \vdots \\ QLS_{N-1}^N \end{bmatrix} \dots N \times N \text{ 행렬}$$

이며, QLS_k^N 은 k번째 QLS코드를 나타내는 $1 \times N$ 의 크기를 갖는 행 벡터이고, C^{*N} 과 S^{*N} 은 $N/2 \times N/2$ 의 크기를 갖는 부분행렬이고, k는 $k=0,1,\dots,N-1$ 인 정수인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 코드길이 $N(=2^m)$ 은 총 N개의 종류가 존재하며, m은 3이상의 자연수인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법

【청구항 3】

제 1항에 있어서, $C^{N/2}$ 생성 관계식이,

$$C^{\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} C_{1,1}^{\frac{N}{2}} & C_{1,2}^{\frac{N}{2}} & & \\ C_{2,1}^{\frac{N}{2}} & C_{2,2}^{\frac{N}{2}} & & \\ & & \ddots & \\ & & & C_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}-1}^{\frac{N}{2}} & C_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} \\ & & & C_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} & C_{\frac{N}{2}-1,\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$$

인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법

【청구항 4】

제 1항에 있어서, C*N 생성 관계식이,

$$C^N = \begin{bmatrix} C_{1,1}^3 & C_{1,1}^2 & C_{1,2}^4 & C_{1,2}^3 \\ C_{1,1}^3 & -C_{1,1}^2 & C_{1,2}^4 & -C_{1,2}^3 \\ C_{2,1}^3 & C_{2,1}^2 & C_{2,2}^4 & C_{2,2}^3 \\ C_{2,1}^3 & -C_{2,1}^2 & C_{2,2}^4 & -C_{2,2}^3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{N/2-1,1}^3 & C_{N/2-1,1}^2 & C_{N/2-1,2}^4 & C_{N/2-1,2}^3 \\ C_{N/2-1,1}^3 & -C_{N/2-1,1}^2 & C_{N/2-1,2}^4 & -C_{N/2-1,2}^3 \\ C_{N/2,1}^3 & C_{N/2,1}^2 & C_{N/2,2}^4 & C_{N/2,2}^3 \\ C_{N/2,1}^3 & -C_{N/2,1}^2 & C_{N/2,2}^4 & -C_{N/2,2}^3 \end{bmatrix}$$

인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법

【청구항 5】

제 1항에 있어서, S^{N/2} 표현식이,

$$S^N = \begin{bmatrix} S_{1,1}^N & S_{1,2}^N & & \\ S_{2,1}^N & S_{2,2}^N & & \\ & & \ddots & \\ & & & S_{N/2-1,N/2-1}^N & S_{N/2-1,N/2}^N \\ & & & S_{N/2-1,N/2}^N & S_{N/2,N/2}^N \end{bmatrix}$$

인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법

【청구항 6】

제 1항에 있어서, S*N 생성 관계식이,

$$S^N = \begin{bmatrix} S_{1,1}^d & S_{1,1}^d & S_{1,1}^d & S_{1,1}^d \\ S_{1,1}^d & -S_{1,1}^d & S_{1,1}^d & -S_{1,1}^d \\ S_{2,1}^d & S_{2,1}^d & S_{2,1}^d & S_{2,1}^d \\ S_{2,1}^d & -S_{2,1}^d & S_{2,1}^d & -S_{2,1}^d \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{1,1}^d & S_{1,1}^d & S_{1,1}^d & S_{1,1}^d \\ S_{1,1}^d & -S_{1,1}^d & S_{1,1}^d & -S_{1,1}^d \\ S_{2,1}^d & S_{2,1}^d & S_{2,1}^d & S_{2,1}^d \\ S_{2,1}^d & -S_{2,1}^d & S_{2,1}^d & -S_{2,1}^d \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{1,1}^d & S_{1,1}^d & S_{1,1}^d & S_{1,1}^d \\ S_{1,1}^d & -S_{1,1}^d & S_{1,1}^d & -S_{1,1}^d \\ S_{2,1}^d & S_{2,1}^d & S_{2,1}^d & S_{2,1}^d \\ S_{2,1}^d & -S_{2,1}^d & S_{2,1}^d & -S_{2,1}^d \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법

【청구항 7】

CDMA에서 사용하는 코드길이가 N인 경우에서 간섭제거창을 생성하기 위한 관계식이,

$$QLS^{N+2 \times L_{GUARD}} = \begin{bmatrix} 0^{L_{GUARD}} & C^N & 0^{L_{GUARD}} & -S^N \\ 0^{L_{GUARD}} & C^N & 0^{L_{GUARD}} & -S^N \end{bmatrix} \text{ or } \begin{bmatrix} C^N & 0^{L_{GUARD}} & -S^N & 0^{L_{GUARD}} \\ C^N & 0^{L_{GUARD}} & -S^N & 0^{L_{GUARD}} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} QLS_0^{N+2 \times L_{GUARD}} \\ \vdots \\ QLS_{N-1}^{N+2 \times L_{GUARD}} \end{bmatrix}$$

이며, $QLS_k^{N+2 \times L_{GUARD}}$ 은 k번째 QLS코드를 나타내는 $1 \times (N+2 \times L_{GUARD})$ 의 크기를 갖는 행 벡터이고, $0^{L_{GUARD}}$ 은 $N/2 \times L_{GUARD}$ 의 크기를 갖고 값은 0인 영행렬이고, C^N 과 S^N 은 QLS^N 에서 사용되는 $N/2 \times N/2$ 의 크기를 갖는 부분 행렬인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법.

【청구항 8】

제 7항에 있어서, 간섭제거창을 생성하기 위해 C^N 의 앞뒤 또는 S^N 의 앞뒤에 0의 값을 갖는 보호(Guard)성분을 넣은, 코드길이는 $N(=2^m)+2 \times L_{\text{GUARD}}$ 이며, m 은 3이상의 자연수이고, L_{GUARD} 는 0이상의 정수이며, 상기 L_{GUARD} 값은 기존 값의 앞, 중간 또는 뒷부분에 0의 값을 갖는 열벡터를 삽입한 것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법.

【청구항 9】

제 7항에 있어서, 코드길이 $N(=2^m)+2 \times L_{\text{GUARD}}$ 의 QLS코드의 전체 개수는 N 개이며, 상기 N 개의 QLS코드 중에서 시간차가 없을 때 서로 직교인 QLS코드의 개수는 N 개인것을 특징으로 하며, m 은 3이상의 자연수이고, L_{GUARD} 는 0이상의 정수인 것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법.

【청구항 10】

제 9항에 있어서, 코드길이 $N(=2^m)+2 \times L_{\text{GUARD}}$ 을 갖는 QLS코드의 자기상관값은 시간차가 없을 때는 N 이 되고, 시간차가 $+1$, -1 일 때 $N/2$ 또는 $-N/2$ 의 값을 갖으며, $[-L_{\text{GUARD}}, L_{\text{GUARD}}]$ 내의 0, $+1$, -1 이 아닌 시간차에서는 자기상관값이 0이 되는 것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법

【청구항 11】

제 9항에 있어서, 코드길이 $N(=2^m)+2 \times L_{\text{GUARD}}$ 을 갖는 QLS코드의 상호상관(crosscorrelation)값이 0이 되는 시간차 구간을 간섭제거창이라 하며,

상기 간섭제거창 구간인 시간차= $[-L_{IFW}, L_{IFW}]$ 의 구간 동안 서로 직교인 QLS코드의 개수는, $2^{g-1} \leq L_{IFW} < 2^g$ 일 때, 2^{m-g-1} 인것을 특징으로 하며, g 는 자연수이고, L_{IFW} 는 $L_{GUARD} \geq L_{IFW} \geq 0$ 인 정수인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법.

【청구항 12】

제 7항에 있어서, 간섭제거창 구간인 시간차= $[-L_{IFW}, L_{IFW}]$ 의 구간동안 단지 시간차= $+1, -1$ 일 때 오직 한 쌍의 코드들간에서만 상호상관값이 0이 되지 않고, 간섭제거창 $[-L_{IFW}, L_{IFW}]$ 의 구간 중 $+1, -1$ 이 아닌 나머지 시간차 동안에는 직교성을 만족시킬 때, 상기의 특성을 만족하는 직교 코드들의 집합을 유효 직교코드 집합이라 정의하며, 상기의 특성을 만족하는 간섭제거창을 유효 간섭제거창이라 정의하는 것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법

【청구항 13】

제 12항에 있어서, 유효 간섭제거창 구간인 시간차= $[-L_{IFW}, L_{IFW}]$ 의 구간 동안 서로 직교인 QLS코드의 개수는, $2^{g-1} \leq \lfloor L_{IFW/2} \rfloor < 2^g$ 일 때, 2^{m-g} 인것을 특징으로 하며, g 는 자연수이고, L_{IFW} 는 $L_{GUARD} \geq L_{IFW} \geq 0$ 인 정수이며, $\lfloor X \rfloor$ 는 X 를 넘지

않는 최대정수인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법.

【청구항 14】

제 13항에 있어서, QLS코드의 유효 직교코드 집합을 Q라 한다면, 집합 $Q = \{QLS_0, QLS_1, \dots, QLS_{2(m-g-2)}, QLS_{2(m-g-1)}\}$ 로 나타내며, g 는 $2^{g-1} \leq \lfloor L_{IFW/2} \rfloor < 2^g$ 를 만족하는 자연수이고, Q의 원소 수는 2^{m-g} 개인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법.

【청구항 15】

제 14항에 있어서, 집합 Q의 모든 코드의 상호상관값이 0인 구간은 시간차 $= +1, -1$ 을 제외 한 시간차 $= [-L_{IFW}, L_{IFW}]$ 구간이며, 상기 시간차 $= +1, -1$ 일때는 QLS_{2k} 와 QLS_{2k+1} 의 사이만 상호상관값이 0이 되지 않고, 나머지 코드들과는 상호상관값이 0이 되며, k 는 $k=0, \dots, 2^{m-g-2}$ 인 정수인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법

【청구항 16】

제 1항에 있어서, 생성된 코드값은 BPSK확산방식, QPSK확산방식 및 복소수 확산방식에도 적용 가능한것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 및 이용 방법.

【청구항 17】

QLS코드를 이용하여 유효간섭제거창구간과 유효 직교코드 집합 원소개수를 증가 시키는데 있어서,

0 이 아닌 원하는 코드길이 N 을 선택하는 단계와; 일정한 크기를 갖는 부분행렬 C 값을 갖는 초기값을 생성하고, 상기 C 값을 이용하여 일정한 크기를 갖는 부분행렬 S 값을 생성하는 단계와; 상기 부분행렬 크기가 $N/4 \times N/4$ 인 경우는 크기가 $N/4 \times N/4$ 인 부분행렬 $C^{N/2}$ 및 $S^{N/2}$ 행렬을 갖고, 크기가 $N/2 \times N/2$ 인 새로운 부분행렬 C^{*N} 과 S^{*N} 을 생성하는 단계와; 상기에서 생성한 C^{*N} 과 S^{*N} 을 이용하여 크기가 $N/2 \times N/2$ 인 부분행렬 C^{*N} 과 S^{*N} 을 갖고 크기가 $N \times N$ 인 새로운 QLS코드 행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법.

【청구항 18】

제 17항에 있어서, 크기가 $N \times N$ 인 생성된 코드값에 간섭제거창을 생성하기 위해 상기 생성된 코드값의 앞과 중간 또는 뒷부분에 $2 \times L_{\text{GUARD}}$ 개의 0값을 갖는

열벡터(크기 $N \times 1$)를 삽입하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 직교 확산코드 생성 방법

【청구항 19】

코드길이가 N 이고, LS코드 생성 관계식이,

$$LS^N = \begin{bmatrix} C^N & S^N \\ C^N & -S^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} LS_0^N \\ \vdots \\ LS_{N-1}^N \end{bmatrix} \dots N \times N \text{ 행렬}$$

인 경우에 있어서, C^N 은 $C^{N/2}$ 을 통해서 구하며, S^N 은 C^N 을 통해서 구하는 것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 확산코드 생성 방법

【청구항 20】

CDMA에서 사용하는 코드길이가 N 인 경우에서 간섭제거창을 생성하기 위한 관계식이,

$$LS^{N+2 \times L_{\text{guard}}} = \begin{bmatrix} 0^{L_{\text{guard}}} & C^N & 0^{L_{\text{guard}}} & S^N \\ 0^{L_{\text{guard}}} & C^N & 0^{L_{\text{guard}}} & -S^N \end{bmatrix} \text{ or } \begin{bmatrix} C^N & 0^{L_{\text{guard}}} & S^N & 0^N \\ C^N & 0^{L_{\text{guard}}} & -S^N & 0^N \end{bmatrix} \\ = \begin{bmatrix} LS_0^{N+2 \times L_{\text{guard}}} \\ \vdots \\ LS_{N-1}^{N+2 \times L_{\text{guard}}} \end{bmatrix}$$

인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 확산코드 생성 방법

【청구항 21】

제 19항에 있어서, $C^{N/2}$ 의 표현식이,

$$C^N = \begin{bmatrix} C_1^N \\ C_2^N \\ \vdots \\ C_N^N \end{bmatrix} \dots \frac{N}{2} \times \frac{N}{2} \text{ 행렬}$$

인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 확산코드 생성 방법

【청구항 22】

제 19항에 있어서, $C^{N/2}$ 을 통해 구한 C^N 은,

$$C_i^N = \begin{cases} [C_{2k+1}^{\frac{N}{2}} & C_{2k+2}^{\frac{N}{2}}] , \text{where } i = 4k+1 \\ [C_{2k+1}^{\frac{N}{2}} & -C_{2k+2}^{\frac{N}{2}}] , \text{where } i = 4k+2 \\ [C_{2k+2}^{\frac{N}{2}} & C_{2k+1}^{\frac{N}{2}}] , \text{where } i = 4k+3 \\ [C_{2k+2}^{\frac{N}{2}} & -C_{2k+1}^{\frac{N}{2}}] , \text{where } i = 4k+4 \end{cases}$$

이며, 상기 C^N 을 전체 행렬로 나타내면,

$$C^N = \begin{bmatrix} C_1^N \\ C_2^N \\ C_3^N \\ C_4^N \\ C_5^N \\ C_6^N \\ C_7^N \\ C_8^N \\ \vdots \\ C_{\frac{N}{2}-3}^N \\ C_{\frac{N}{2}-2}^N \\ C_{\frac{N}{2}-1}^N \\ C_{\frac{N}{2}}^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1^{\frac{N}{2}} & C_2^{\frac{N}{2}} \\ C_1^{\frac{N}{2}} & -C_2^{\frac{N}{2}} \\ C_2^{\frac{N}{2}} & C_1^{\frac{N}{2}} \\ C_2^{\frac{N}{2}} & -C_1^{\frac{N}{2}} \\ C_3^{\frac{N}{2}} & C_4^{\frac{N}{2}} \\ C_3^{\frac{N}{2}} & -C_4^{\frac{N}{2}} \\ C_4^{\frac{N}{2}} & C_3^{\frac{N}{2}} \\ C_4^{\frac{N}{2}} & -C_3^{\frac{N}{2}} \\ \vdots & \vdots \\ C_{\frac{N}{2}-1}^{\frac{N}{2}} & C_{\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} \\ C_{\frac{N}{2}-1}^{\frac{N}{2}} & -C_{\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} \\ C_{\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} & C_{\frac{N}{2}-1}^{\frac{N}{2}} \\ C_{\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} & -C_{\frac{N}{2}-1}^{\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$$

인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 확산코드 생성 방법

【청구항 23】

제 19항에 있어서, S^N 은 C^N 을 가지고 구할 수 있으며, C^N 과 S^N 의 관계식은,

$$C^N = \begin{bmatrix} C_1^N \\ C_2^N \\ \vdots \\ C_{j-1}^N \\ C_j^N \\ C_{j+1}^N \\ C_{j+2}^N \\ \vdots \\ C_{j-1}^N \\ C_j^N \end{bmatrix} \text{이라 정의하면, } S^N = \begin{bmatrix} C_{j+1}^N \\ C_{j+2}^N \\ \vdots \\ C_{j-1}^N \\ C_j^N \\ C_1^N \\ C_2^N \\ \vdots \\ C_{j-1}^N \\ C_j^N \end{bmatrix} \text{이 된다.}$$

인것을 특징으로 하는 코드분할다중접속의 확산코드 생성 방법

【도면】

【도 1a】

LS부호(길이=16)

```

0 : +++ ++- . +-+ +-+
1 : +++ --- . +-+ +++
2 : +++ +++ . +-+ +-+
3 : +++ --- . +-+ +-+
4 : +++ +-+ . +-+ +-+
5 : +++ +++ . +-+ +-+
6 : --- +++ . +-+ +-+
7 : --- +-+ . +-+ +-+
8 : +++ +-+ . +-+ +-+
9 : +++ --- . +-+ +-+
10 : +++ +++ . +-+ +-+
11 : +++ --- . +-+ +-+
12 : +++ +-+ . +-+ +-+
13 : +++ +++ . +-+ +-+
14 : --- +-+ . +-+ +-+
15 : --- +-+ . +-+ +-+

```

LS부호(길이=32)

```

0 : +++ ++++ +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
1 : +++ ++++ +-+ +-+ . ++++ +-+ +-+ +-+
2 : +++ --- ++++ +-+ . ++++ +-+ +-+ +-+
3 : +++ --- +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
4 : +++ ++++ +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
5 : +++ ++++ +-+ +++ . ++++ +-+ +-+ +-+
6 : +++ --- +-+ +++ . ++++ +-+ +-+ +-+
7 : +++ --- +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
8 : +++ --- +-+ +++ . ++++ +-+ +-+ +-+
9 : +++ --- +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
10 : +++ ++++ +-+ +-+ . ++++ +-+ +-+ +-+
11 : +++ ++++ +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
12 : --- ++++ +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
13 : --- ++++ +-+ +++ . ++++ +-+ +-+ +-+
14 : --- +-+ --- +-+ . ++++ +-+ +-+ +-+
15 : --- +-+ --- +-+ . ++++ +-+ +-+ +-+
16 : +++ ++++ +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
17 : +++ ++++ +-+ +-+ . ++++ +-+ +-+ +-+
18 : +++ --- +-+ +++ . ++++ +-+ +-+ +-+
19 : +++ --- +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
20 : +++ ++++ +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
21 : +++ ++++ +-+ +++ . ++++ +-+ +-+ +-+
22 : +++ --- +-+ +++ . ++++ +-+ +-+ +-+
23 : +++ --- +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
24 : +++ --- +-+ +++ . ++++ +-+ +-+ +-+
25 : +++ --- +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
26 : +++ --- +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
27 : +++ --- +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
28 : --- ++++ +-+ --- . ++++ +-+ +-+ +-+
29 : --- ++++ +-+ +++ . ++++ +-+ +-+ +-+
30 : --- +-+ --- +-+ . ++++ +-+ +-+ +-+
31 : --- +-+ --- +-+ . ++++ +-+ +-+ +-+

```

LS부호 (길이=64)

[illegible]

【도 1c】

LS부호(길이=128)

```

0 : +++ ++- +-+ -+- +-+ +-+ -+- +-+ +-+ +-+ -+- -+- +-+ -+-
1 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
2 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
3 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
4 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
5 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
6 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
7 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
8 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
9 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
10 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
11 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
12 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
13 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
14 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
15 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
16 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
17 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
18 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
19 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
20 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
21 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
22 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
23 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
24 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
25 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
26 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
27 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
28 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
29 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
30 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+
31 : +++ ++- +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+ +-+

```

[illegible]

【도 1e】

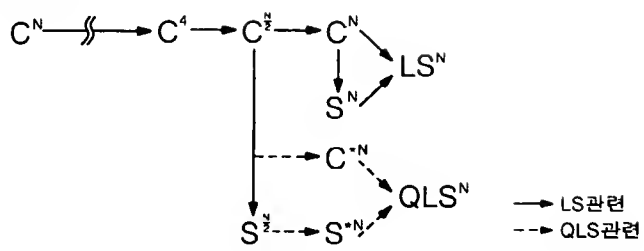
```

64 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ +--+ +--+ +--+ +--+
65 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
66 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
67 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
68 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
69 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
70 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
71 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
72 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
73 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
74 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
75 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
76 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
77 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
78 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
79 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
80 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
81 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
82 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
83 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
84 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
85 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
86 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
87 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
88 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
89 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
90 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
91 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
92 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
93 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
94 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+
95 : +++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+ ++ ++ +--+

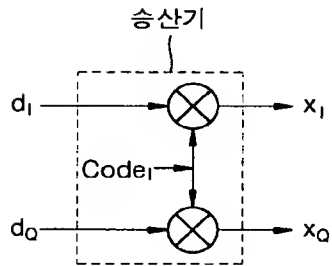
```

[illegible]

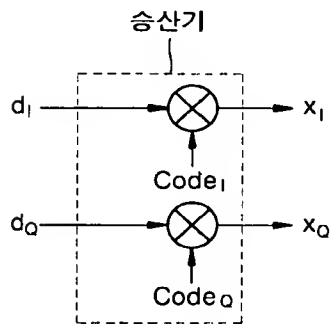
【도 2】



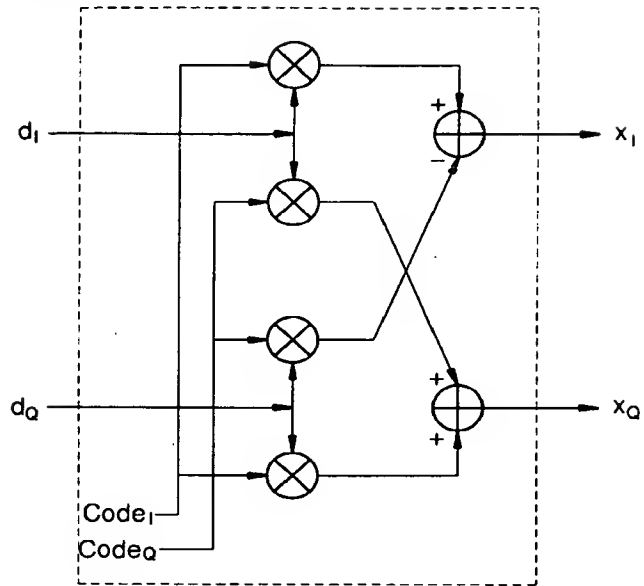
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

